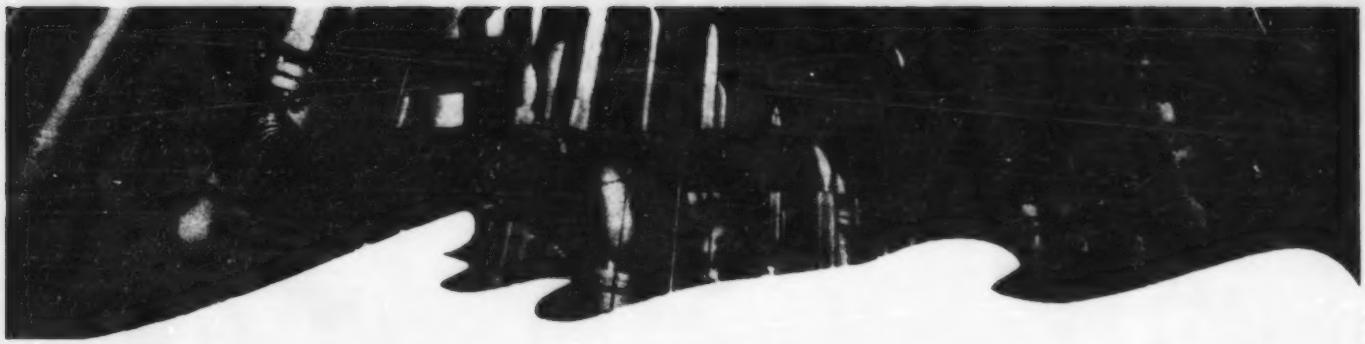
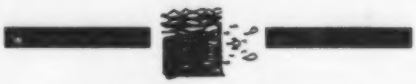


St. Laurence TECHNOLOGIES

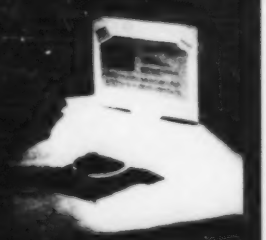
ABSTRACT

The use of four micro-scale assays for toxicity monitoring and identification was investigated to evaluate their performance and usefulness compared to conventional assays specified in the Canadian Pulp and Paper Regulations (i.e. *Daphnia magna* and rainbow trout tests). The micro-scale assays (Daphtoxkit F™, Daphnia I.Q.™, Thamnotoxkit F™ and Microtox®) were first evaluated and compared to the standard *Daphnia magna* assay using effluent samples from five different mill operations from the J. Ford & Co. Ltd. mill. The Thamnotoxkit F™ and the Daphtoxkit F™ were retained to pursue the evaluation and one type of effluent was selected to perform a Toxicity Identification Evaluation (TIE). The two micro-scale assays provided similar results to those of the *Daphnia magna* assay, indicating that they could prove useful for screening and monitoring toxicity of chemical products used in the mill.



INDUSTRIAL WASTEWATER

EVALUATION OF MICRO-SCALE BIOASSAYS AS TOXICITY MONITORING AND IDENTIFICATION TOOLS FOR PULP AND PAPER EFFLUENT



HIGHLIGHTS

- **Technology**
  - Assays that can be used in mills for screening and monitoring purposes
  - Assays that can be used in a Toxicity Identification Evaluation (TIE) program.
- **Ecotoxicology**
  - Expansion of knowledge concerning toxicity of chemical products to aquatic organisms
  - Identification of micro-scale assays representative of conventional test responses.
- **Cost**
  - No costs associated with the culturing of organisms
  - Reduction in the time required to assess toxicity of mill effluents and chemical products.

nt-Laurent Vision 2000

Environment Canada Protection Québec Region
Environnement Canada Protection Région du Québec

beak

FORD J. FORD

Bio International

Canada Economic Development
Développement économique Canada

BACKGROUND

Many chemicals present in pulp and paper effluents are known to have toxicological effects on aquatic organisms. The Toxicity Reduction Evaluation (TRE) and Toxicity Identification Evaluation (TIE) procedures were developed to identify and reduce chemicals of concern in industrial effluents.

Testing methods for acute toxicity identification evaluation generally involve the use of *D. magna* and fathead minnow larvae. We investigated the use of four micro-scale tests as surrogates for *D. magna* and fathead minnow larvae in a TIE program and to monitor toxicity in the effluent of the J. Ford & Co. Ltd. mill in Portneuf, Québec.

METHODOLOGY

The four micro-scale assays and the *D. magna* assay were performed on effluent samples from five different mill operations. This mill produces specialty papers, corrugated paper and felt board, with no bleaching or de-inking operations.

The two micro-scale assays most representative of the toxicity for *D. magna*, and the most toxic effluent, were selected to perform the TIE.

A series of characterization tests was performed on the effluent samples to identify the physical and chemical properties of the toxic agents. Each treated sub-sample was analysed using two conventional assays (*D. magna* and fathead minnow assays) and the two micro-scale assays previously selected. A sub-sample of the effluent was separated by distillation into two fractions and chemical analyses and toxicity tests were performed to evaluate their toxicity.

These same tests were also done on the product used by the mill that contained the chemical identified as the toxic agent (Table 1).

TABLE 1.
DESCRIPTION OF THE METHODOLOGY

Phase I Data collection	Phase II Evaluation and selection of micro-scale assays	Phase III Toxicity Identification Evaluation (TIE)
• Acquisition and evaluation of mill data (physico-chemistry, toxicity of the effluents, chemistry of the products, frequency and period of use). • Evaluation of mill operations (mill visit). ➔ Identification of the mill operation that produces the most toxic effluents and for which biological assays will be done.	• Assays performed on mill effluents: *Daphnia magna*, Thamnotoxkit F™, Microtox®, Daphtoxkit F™ and Daphnia IQ™. • Data analysis and selection of micro-scale assays: correlation between *Daphnia magna* assays and the four micro-scale assays. ➔ Selection of the micro-scale assay representative of toxicity for *Daphnia magna*, and selection of the mill operation found to be the most toxic.	• Characterization of the toxicity of the selected effluent with *Daphnia magna*, rainbow trout, fathead minnow and the micro-scale assays selected in Phase II. • Identification of the toxic agent. • Confirmation of the toxic agent. ➔ Identification of the toxic agent.

RESULTS

Phases I and II: Data Collection, Evaluation and Selection of Micro-scale Assays

The best correlation between the micro-scale assays and the conventional assay was obtained with Thamnotoxkit F™, followed by Daphtoxkit F™ and then Daphnia IQ™. The first two tests were therefore selected as being the most representative micro-scale assays of the toxicity for *Daphnia magna* (Table 2).

Phase III: Toxicity Identification Evaluation

Toxicity Characterization

Based on the results obtained with the conventional assays and with the micro-scale assays performed on the treated samples, organic substances appear to be responsible for the observed toxicity of the effluent produced by machine C. The only treatment that reduced the toxicity of the effluent was the activated carbon column.

Identification of the Toxic Agent

The two fractions obtained by distillation were analysed using gas chromatographic/mass spectrometric analysis to identify the chemicals responsible for the toxicity. The toxicity of the two fractions was also assessed using both the conventional and the micro-scale assays.

The results of the micro-scale assays were similar to those obtained with the conventional assay, but were slightly more sensitive than the conventional assays, particularly Daphtoxkit F™ (Table 2). Fraction 2 seemed to be the most toxic fraction, although the most potentially toxic substance was found in greater concentration in fraction 1 (Table 2). Although formaldehyde initially appeared to be responsible for the toxicity, analysis of the fractions did not support this hypothesis. Rather, either the formaldehyde is not the cause of the toxicity or it is not being accurately measured by the chemical analyses.

Confirmation Phase

Two products used commercially in the process of machine C contain formaldehyde. Conventional assays and micro-scale assays were performed on formaldehyde and on one of the two secret products. The formaldehyde appeared non-toxic, but the product caused toxicity to all the organisms. This product may be the toxic agent in the machine C effluent.

TABLE 2.
TOXICITY RESULTS FOR CONVENTIONAL ASSAYS AND MICRO-SCALE ASSAYS PERFORMED ON THE FIVE EFFLUENTS (PHASE II: EVALUATION OF MICRO-SCALE ASSAYS), ON THE WHOLE EFFLUENT AND ON THE TWO FRACTIONS (PHASE III: TOXICITY IDENTIFICATION EVALUATION)

Final effluent – Regular operation	86.07	–	> 100	23.57	28.9	> 50
Final effluent – Irregular operation	> 100	–	> 100	> 100	62.1	> 50
Machine A	70.71	–	> 100	70.71	44.5	44.5
Machine B	44.77	–	70.71	31.62	35.4	> 50
Machine C	0.52	–	1.43	0.66	4.3	> 50
Whole effluent	12	15	7.8	2	–	–
Fraction 1 (8.3 mg/L formaldehyde)	35	71	29	11		
Fraction 2 (3.9 mg/L formaldehyde)	19	20	12	5	–	–

LC_{50}: lethal concentration for 50% of organisms. –: assays not performed.

PROJECT OBJECTIVES

The goals of the project were as follows:

1. Identify the micro-scale assays most representative of conventional *Daphnia magna* test responses that can be routinely used by mills to screen and monitor the toxicity of effluents and chemical products; and,

2. Reduce the costs and the time needed to perform Toxicity Identification Evaluation (TIE) tests by using micro-scale assays representative of conventional test responses to identify the toxic agents present in mill effluents.

Phases:

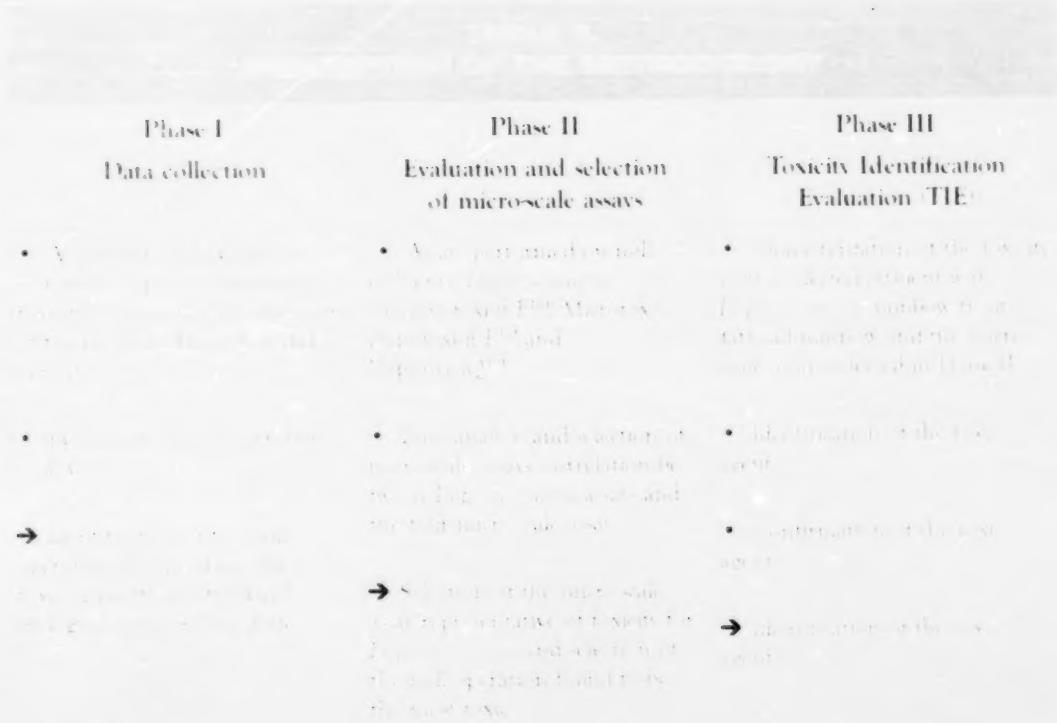
I. Data collection: acquisition and evaluation of mill data and evaluation of mill operations.

II. Evaluation and selection of micro-scale assays. assays performed on five different types of effluents, data analysis, micro-scale assays and effluent selection.

III. Toxicity Identification Evaluation: characterization of the toxicity of the selected effluent; identification and confirmation of the toxic agent.

The project included a training program to transfer the technology to the technicians of the J. Ford & Co. Ltd. mill.

BACKGROUND METHODOLOGY



RESULTS

Phases I and II: Data Collection, Evaluation and Selection of Micro-scale Assays

The best correlation between the micro-scale assays and the conventional assay was obtained with Thamnotoxkit F™, followed by Daphtoxkit F™ and then Daphnia IQ™. The first two tests were therefore selected as being the most representative micro-scale assays of the toxicity for *Daphnia magna* (Table 2).

Phase III: Toxicity Identification Evaluation

Toxicity Characterization

Based on the results obtained with the conventional assays and with the micro-scale assays performed on the treated samples, organic substances appear to be responsible for the observed toxicity of the effluent produced by machine C. The only treatment that reduced the toxicity of the effluent was the activated carbon column.

Identification of the Toxic Agent

The two fractions obtained by distillation were analysed using gas chromatographic mass spectrometric analysis to identify the chemicals responsible for the toxicity. The toxicity of the two fractions was also assessed using both the conventional and the micro-scale assays.

The results of the micro-scale assays were similar to those obtained with the conventional assay, but were slightly more sensitive than the conventional assays, particularly Daphtoxkit F™ (Table 2). Fraction 2 seemed to be the most toxic fraction, although the most potentially toxic substance was found in greater concentration in fraction 1 (Table 2). Although formaldehyde initially appeared to be responsible for the toxicity, analysis of the fractions did not support this hypothesis. Rather either the formaldehyde is not the cause of the toxicity or it is not being accurately measured by the chemical analyses.

Confirmation Phase

Two products used commercially in the process of machine C contain formaldehyde. Conventional assays and micro-scale assays were performed on formaldehyde and on one of the two secret products. The formaldehyde appeared non-toxic, but the product caused toxicity to all the organisms. This product may be the toxic agent in the machine C effluent.

TABLE 2.
TOXICITY RESULTS FOR CONVENTIONAL ASSAYS AND MICRO-SCALE ASSAYS PERFORMED ON THE FIVE EFFLUENTS (PHASE II: EVALUATION OF MICRO-SCALE ASSAYS), ON THE WHOLE EFFLUENT AND ON THE TWO FRACTIONS (PHASE III: TOXICITY IDENTIFICATION EVALUATION)

Effluent	*Daphnia magna* (LC_{50} - 48 h %, v/v)	Fathead minnow (LC_{50} - 96 h %, v/v)	Thamnotoxkit F™ (LC_{50} - 24 h %, v/v)	Daphtoxkit F™ (LC_{50} - 48 h %, v/v)	Daphnia IQ™ (LC_{50} - 1 h 15 min %, v/v)	Microtox® (LC_{50} - 15 min %, v/v)
Phase II: Evaluation of micro-scale assays						
Final effluent – Regular operation	86.07	–	> 100	23.17	27.5	> 90
Final effluent – Irregular operation	> 100	–	> 100	> 100	22.1	> 90
Machine A	70.71	–	> 100	76.25	44.63	44.37
Machine B	64.77	–	70.71	17.95	24.4	> 90
Machine C	0.52	–	1.43	0.68	4.2	> 90
Phase III: Toxicity Identification Evaluation						
Whole effluent	12	15	7.8	2	–	–
Fraction 1 (8.3 mg/L formaldehyde)	35	71	29	21	–	–
Fraction 2 (3.9 mg/L formaldehyde)	19	20	12	5	–	–

LC_{50}: lethal concentration for 50% of organisms. –: assays not performed

POTENTIAL AND LIMITATIONS

Potential

This project demonstrated that the Thamnotoxkit F™ and Daphtoxkit F™ micro-scale assays provide results that are representative of the results obtained with the conventional assay on *Daphnia magna*. Due to the simplicity, speed of execution and representativeness of conventional assays, these micro-scale assays could be used by mill personnel to assess the toxicity of various effluents from mill operations.

Limitations

Two constraints were identified regarding the use of the micro-scale assays in a TIE program. First, the pH of the samples was impossible to adjust during the test, due to the small sample volume. The treatments applied to a sample can change the buffer capacity of the effluent, thereby making it necessary to adjust the pH during the test. Second, the presence of suspended matter seemed to hinder the movement of the test organisms. Whether this could be a cause of mortality remains inconclusive, however.

INFORMATION

This technology data sheet was prepared based on the results of a technology development and demonstration project carried out by the companies BEAK International Inc., J. Ford & Co. Ltd. and BioInternational Inc., with the technical and financial support of Environment Canada and the Canada Economic Development Agency for Quebec.

For additional information, please contact:

Environment Canada
Eco-Technology Innovation

Jean-René Michaud, P. Eng., M.Sc.A.
Tel: (514) 496-6851
E-mail:
jean-rene.michaud@ec.gc.ca

BEAK International Inc.

Julie Schroeder
Tel: 1-800-361-BEAK
ext. 2325
E-mail:
jschroeder@beak.com

J. Ford & Co. Ltd.

Roger Bouliane
Tel: (418) 286-3361
E-mail:
jfordsec@globetrotter.net

BioInternational Inc.

Martin Sukkel
Tel: 011-314-755-081-03
E-mail:
msukkel@wxs.nl

POTENTIAL AND LIMITATIONS

INFORMATION

St. Lawrence TECHNOLOGIES

St. Lawrence Technologies data sheets are intended for all companies, industries, organizations and individuals interested in new environmental technologies. They are produced by the Eco-Technology Innovation Section, Environment Canada, as part of St. Lawrence Vision 2000. They serve to disseminate the results of technology development and demonstration projects conducted in the following five sectors: industrial wastewater; contaminated soil; hazardous wastes; contaminated sediment and innovative tool.

Data sheets may be obtained from:
Environment Canada
Eco-Technology Innovation Section
105 McGill Street, 4th Floor
Montreal, Quebec H2Y 2E7
Tel: (514) 496-6851
1-800-463-4311

Publications are available on The Green Lane:
http://www.qc.ec.gc.ca/protect/english/eco_innov/eco_home.htm

Production:
Suzie Thibodeau

Writers:
Chantale Côté
Mélanie Douville
Jean-René Michaud

Editor:
Patricia Potvin

Layout and proofing:
Christine LePage
Suzie Thibodeau

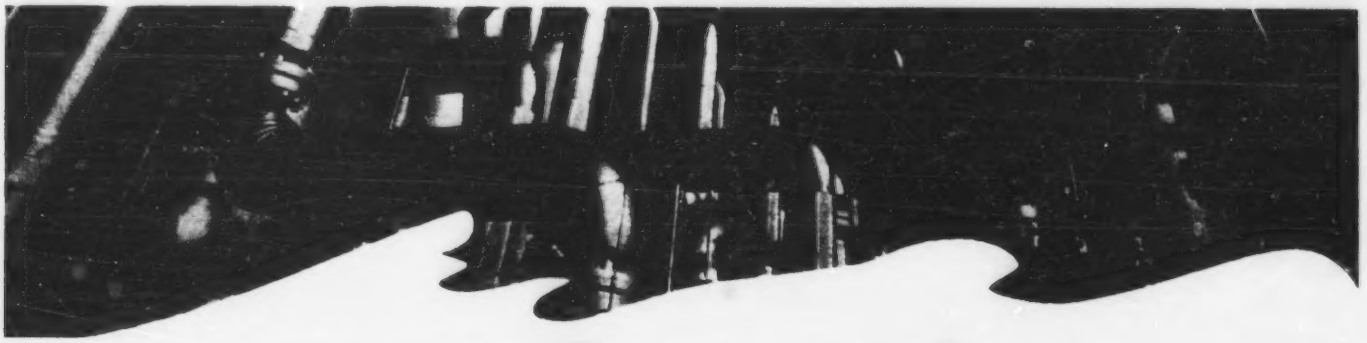
Printed at:
Image Créative Inc.

Published by authority of the Minister of the Environment
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 1999
Cat. No.: En 1-17/41-1999E
ISSN: 1188-8903
ISBN: 0-662-27540-3

October 1999

Cette fiche est également disponible en français sous le titre:
Évaluation de micro-bioessais pour la surveillance et l'identification de la toxicité des effluents de l'industrie papetière

Canada



TECHNOLOGIES *Saint-Laurent*

RÉSUMÉ

Quatre micro-bioessais visant la surveillance et l'identification de la toxicité d'échantillons aqueux ont été examinés dans le but d'évaluer leur performance et leur utilité par rapport aux essais conventionnels avec *Daphnia magna* et la Truite arc-en-ciel exigés par la réglementation fédérale applicable à l'industrie des pâtes et papiers. Dans un premier temps, les micro-bioessais Daphtoxkit F^{MD}, Daphnia IQ^{MD}, Thamnotoxkit F^{MD} et Microtox® ont été évalués et comparés à l'essai conventionnel avec *Daphnia magna* sur cinq échantillons d'effluents provenant de procédés différents de la papetière La Compagnie J. Ford Ltée. Suite à ces tests, les micro-bioessais Thamnotoxkit F^{MD} et Daphtoxkit F^{MD} ont été retenus pour la poursuite des travaux et un type d'effluent a été choisi pour l'Évaluation de l'identification de la toxicité (EIT). Les deux micro-bioessais ayant donné des résultats comparables à ceux obtenus avec l'essai conduit sur *D. magna*, ils pourraient donc s'avérer utiles pour dépister et surveiller la toxicité des produits chimiques utilisés par les papetières.

EAUX USÉES INDUSTRIELLES

ÉVALUATION DE MICRO-BIOESSAIS POUR LA SURVEILLANCE ET L'IDENTIFICATION DE LA TOXICITÉ DES EFFLUENTS DE L'INDUSTRIE PAPETIÈRE

POINTS SAILLANTS

- **Technologie**
  - Essais utilisables par les papetières à des fins de dépistage et de surveillance
  - Essais applicables dans un programme d'Évaluation de l'identification de la toxicité (EIT)
- **Écotoxicologie**
  - Progrès en matière de connaissances de la toxicité des produits chimiques pour les organismes aquatiques
  - Identification de micro-bioessais dont les résultats sont comparables à ceux obtenus avec les essais conventionnels
- **Économie**
  - Aucun coût associé à la culture d'organismes
  - Réduction du temps nécessaire pour évaluer la toxicité des effluents de l'usine et des produits chimiques qu'elle utilise

nt-Laurent
Vision 2000

Environnement Canada Protection Région du Québec
Environment Canada Protection Québec Region

beak

FORD
J. FORD

Bio International

Développement économique Canada
Canada Economic Development

PROBLÉMATIQUE

De nombreux produits chimiques présents dans les effluents des papetières peuvent entraîner des effets toxiques pour les organismes aquatiques. Les méthodes d'Évaluation de la réduction de la toxicité (ERT) et d'Évaluation de l'identification de la toxicité (EIT) ont été mises au point pour identifier les substances chimiques problématiques dans les effluents industriels et en réduire l'utilisation.

Les méthodes d'essais biologiques pour évaluer et identifier la toxicité font normalement appel à *D. magna* et des larves de menés Tête-de-boule. Ce projet consistait à évaluer quatre micro-bioessais qui pourraient remplacer les essais conventionnels dans un programme EIT et pour faire le suivi de la toxicité de l'effluent de l'usine de La Compagnie J. Ford Ltée, à Portneuf (Québec).

MÉTHODOLOGIE

Les quatre micro-bioessais et l'essai avec *D. magna* ont été conduits sur des échantillons d'effluent provenant de cinq opérations de l'usine. Cette usine fabrique des papiers spéciaux, du papier ondulé et du carton feutre, sans opération de blanchiment et de désencrage.

Les deux micro-bioessais les plus représentatifs de la toxicité pour *D. magna* et l'effluent le plus toxique parmi les cinq utilisés ont été retenus pour procéder à l'évaluation de l'identification de la toxicité.

Les échantillons d'effluent ont été soumis à plusieurs essais de caractérisation pour identifier les propriétés physiques et chimiques des substances toxiques. Chaque sous-échantillon traité a été soumis aux deux essais conventionnels (*D. magna* et Tête-de-boule) et aux deux micro-bioessais retenus. Un sous-échantillon de l'effluent a été divisé en deux fractions par distillation, soumises elles aussi à des analyses chimiques et aux essais de toxicité.

Des tests identiques ont été effectués avec le produit utilisé par l'usine qui contenait la substance chimique identifiée comme l'agent toxique (tableau 1).

TABLEAU 1.
DESCRIPTION DE LA MÉTHODOLOGIE

Phase I Cueillette des données	Phase II Évaluation et sélection des micro-bioessais	Phase III Évaluation de l'identification de la toxicité (EIT)
• Acquisition et évaluation des données de l'usine (propriétés physico-chimiques, toxicité des effluents, propriétés chimiques des produits, fréquence et période d'utilisation) • Évaluation des opérations de l'usine (visite de l'usine) ➔ Identification de l'opération de l'usine qui génère les effluents les plus toxiques et qui seront soumis aux essais biologiques	• Essais conduits sur les effluents de l'usine avec *Daphnia magna*, Thamnotoxkit F^{MD}, Microtox®, Daphtoxkit F^{MD} et Daphnia IQ^{MD} • Analyse des données et choix des micro-bioessais : corrélation entre les essais avec *Daphnia magna* et les quatre micro-bioessais ➔ Choix du micro-bioessai représentatif de la toxicité pour *Daphnia magna*, et choix de l'opération de l'usine qui s'est révélée la plus toxique	• Caractérisation de la toxicité de l'effluent retenu au moyen de *Daphnia magna*, de la Truite arc-en-ciel, du Tête-de-boule et des micro-bioessais choisis à la phase II • Identification de la substance toxique • Confirmation de la substance toxique ➔ Identification de la substance toxique

RÉSULTATS

Phases I et II : Cueillette des données, évaluation et sélection des micro-bioessais

Le Thamnotoxkit F^{MD} est le micro-bioessai qui a donné la meilleure corrélation avec l'essai conventionnel, suivi du Daphtoxkit F^{MD} puis du Daphnia IQ^{MD}. Les deux premiers ont été retenus comme les plus représentatifs de la toxicité pour *Daphnia magna* (tableau 2).

Phase III : Évaluation de l'identification de la toxicité

Caractérisation de la toxicité
Sur la base des résultats obtenus avec les essais conventionnels et les micro-bioessais réalisés avec les échantillons traités, la toxicité de l'effluent en provenance de la machine C semblait attribuable à des substances de nature organique. Le traitement sur colonne de charbon activé est le seul qui a permis de réduire la toxicité de cet effluent.

Identification de la substance toxique
Les deux fractions de l'effluent obtenues par distillation ont été analysées par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse pour identifier les substances chimiques responsables de la toxicité. Les deux fractions ont aussi été soumises aux deux essais conventionnels et aux micro-bioessais pour en évaluer la toxicité.

Les résultats obtenus avec les micro-bioessais étaient semblables à ceux obtenus avec les essais conventionnels, à la seule différence que les premiers, et en particulier le Daphtoxkit F^{MD}, étaient légèrement plus sensibles (tableau 2). La fraction 2 semblait la plus toxique des deux fractions, ce qui peut sembler paradoxal étant donné que la concentration de la substance potentiellement la plus toxique était plus élevée dans la fraction 1 (tableau 2).

Initialement, le formaldéhyde semblait responsable de la toxicité mais les résultats obtenus suite à l'analyse des fractions n'ont pas supporté cette hypothèse soit parce que le formaldéhyde n'est pas la cause de la toxicité ou alors qu'il n'est pas mesuré avec précision par les analyses chimiques.

Phase de confirmation
Le formaldéhyde est présent dans deux produits utilisés commercialement dans le procédé de la machine C. Les essais conventionnels et les micro-bioessais ont été effectués avec le formaldéhyde et l'un des deux produits dont la formulation est gardée secrète. Le formaldéhyde s'est révélé non toxique; en revanche, le second produit s'est révélé toxique pour tous les organismes, et pourrait être l'agent toxique dans l'effluent de la machine C.

TABLEAU 2.
RÉSULTATS DE TOXICITÉ POUR LES ESSAIS CONVENTIONNELS ET LES MICRO-BIOESSAIS CONDUITS SUR LES CINQ EFFLUENTS (PHASE II : ÉVALUATION DES MICRO-BIOESSAIS), SUR L'EFFLUENT ENTIER ET SUR LES DEUX FRACTIONS (PHASE III : ÉVALUATION DE L'IDENTIFICATION DE LA TOXICITÉ)

Effluent final - Fonctionnement régulier	96,07	–	> 100	28,17	25,5	> 90
Effluent final - Fonctionnement irrégulier	> 100	–	> 100	> 100	28,4	> 90
Machine A	70,71	–	> 100	70,25	44,63	44,37
Machine B	64,77	–	70,71	17,95	28,4	> 90
Machine C	0,52	–	1,43	0,88	4,2	> 90
Effluent entier	12	13	3,8	2	–	–
Fraction 1 (8,3 mg/L de formaldéhyde)	35	71	29	21	–	–
Fraction 2 (3,9 mg/L de formaldéhyde)	19	28	12	5	–	–

CL_{50} : Concentration létale pour 50 % des organismes soumis à l'essai. – : Aucun essai réalisé.

OBJECTIFS DU PROJET

Le projet visait à :

1. Identifier les micro-bioessais les plus représentatifs des resultats obtenus avec l'essai conventionnel conduit avec *Daphnia magna* et pouvant être utilises sur une base routinière par les papetieres pour depister et contrôler la toxicite des effluents et des produits chimiques.

2. Reduire les coûts et le temps requis pour procéder aux essais EIT (Evaluation de l'identification de la toxicite) en utilisant des micro-bioessais donnant des résultats comparables à ceux obtenus avec les essais conventionnels pour identifier les substances toxiques presentes dans les effluents de l'usine.

Phases :

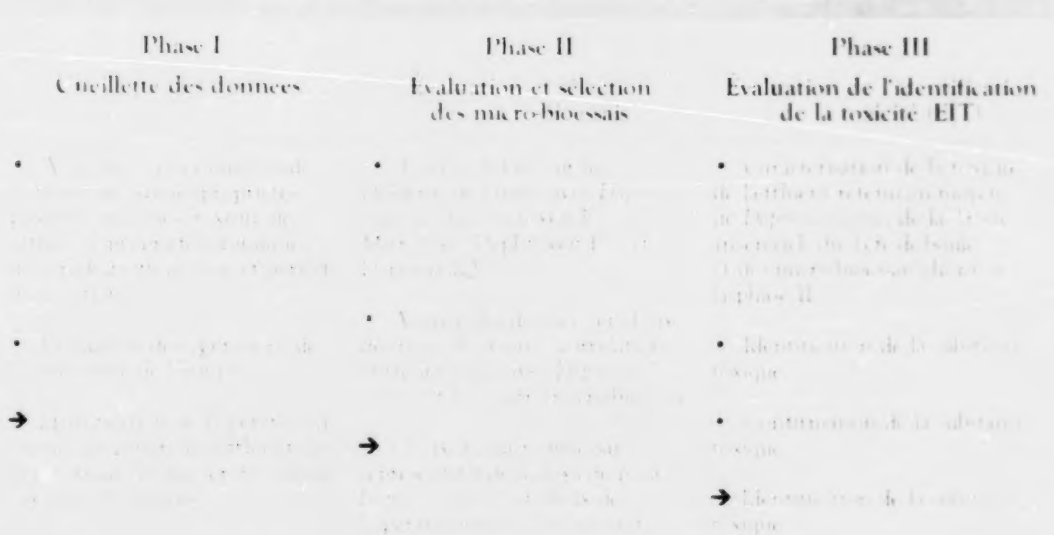
I. Cueillette des données : acquisition et évaluation des données de l'usine et évaluation des opérations.

II. Évaluation et sélection des micro-bioessais : tests sur cinq types d'effluent, analyse des données, choix des micro-bioessais et de l'effluent pour la poursuite des travaux.

III. Évaluation de l'identification de la toxicité : caractérisation de la toxicite de l'effluent retenu; identification et confirmation de la substance toxique.

Le projet comprenait également un programme de formation visant le transfert de la technologie aux techniciens de La Compagnie Ford Ltée.

PROBLEMATIQUE METHODOLOGIE



RÉSULTATS

Phases I et II : Cueillette des données, évaluation et sélection des micro-bioessais

Le Thamnotoxkit F™ est le micro-bioessai qui a donné la meilleure corrélation avec l'essai conventionnel, suivi du Daphtoxkit F™ puis du Daphnia IQ™. Les deux premiers ont été retenus comme les plus représentatifs de la toxicité pour *Daphnia magna* (tableau 2).

Phase III : Évaluation de l'identification de la toxicité

Caractérisation de la toxicité

Sur la base des résultats obtenus avec les essais conventionnels et les micro-bioessais réalisés avec les échantillons traités, la toxicité de l'effluent en provenance de la machine C semblait attribuable à des substances de nature organique. Le traitement sur colonne de charbon activé est le seul qui a permis de réduire la toxicité de cet effluent.

Identification de la substance toxique

Les deux fractions de l'effluent obtenues par distillation ont été analysées par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse pour identifier les substances chimiques responsables de la toxicité. Les deux fractions ont aussi été soumises aux deux essais conventionnels et aux micro-bioessais pour en évaluer la toxicité.

Les résultats obtenus avec les micro-bioessais étaient semblables à ceux obtenus avec les essais conventionnels, à la seule différence que les premiers, et en particulier le Daphtoxkit F™, étaient légèrement plus sensibles (tableau 2). La fraction 2 semblait la plus toxique des deux fractions, ce qui peut sembler paradoxal étant donné que la concentration de la substance potentiellement la plus toxique était plus élevée dans la fraction 1 (tableau 2).

Initialement, le formaldéhyde semblait responsable de la toxicité mais les résultats obtenus suite à l'analyse des fractions n'ont pas supporté cette hypothèse soit parce que le formaldéhyde n'est pas la cause de la toxicité ou alors qu'il n'est pas mesuré avec précision par les analyses chimiques.

Phase de confirmation

Le formaldéhyde est présent dans deux produits utilisés commercialement dans le procédé de la machine C. Les essais conventionnels et les micro-bioessais ont été effectués avec le formaldéhyde et l'un des deux produits dont la formulation est gardée secrète. Le formaldéhyde s'est révélé non toxique; en revanche, le second produit s'est révélé toxique pour tous les organismes, et pourrait être l'agent toxique dans l'effluent de la machine C.

TABLEAU 2.
RÉSULTATS DE TOXICITÉ POUR LES ESSAIS CONVENTIONNELS ET LES MICRO-BIOESSAIS CONDUITS SUR LES CINQ EFFLUENTS (PHASE II : ÉVALUATION DES MICRO-BIOESSAIS), SUR L'EFFLUENT ENTIER ET SUR LES DEUX FRACTIONS (PHASE III : ÉVALUATION DE L'IDENTIFICATION DE LA TOXICITÉ)

Effluent	*Daphnia magna* (CL_{50} - 48 h %, v/v)	Tête-de-boule (CL_{50} - 96 h %, v/v)	Thamnotoxkit F™ (CL_{50} - 24 h %, v/v)	Daphtoxkit F™ (CL_{50} - 48 h %, v/v)	Daphnia IQ™ (CL_{50} - 1 h 15 min %, v/v)	Microtox® (CL_{50} - 15 min %, v/v)
Phase II - Évaluation des micro-bioessais						
Effluent final - Fonctionnement régulier	86,07	–	> 100	23,17	27,5	> 90
Effluent final - Fonctionnement irrégulier	> 100	–	> 100	> 100	22,1	> 90
Machine A	70,71	–	> 100	76,25	44,63	44,37
Machine B	64,77	–	70,71	17,95	24,4	> 90
Machine C	0,52	–	1,43	0,68	4,2	> 90
Phase III - Évaluation de l'identification de la toxicité						
Effluent entier	12	15	7,8	2	–	–
Fraction 1 (8,3 mg/L de formaldéhyde)	35	71	29	21	–	–
Fraction 2 (3,9 mg/L de formaldéhyde)	19	20	12	5	–	–

CL_{50} : Concentration létale pour 50 % des organismes soumis à l'essai — – : Aucun essai réalisé

POTENTIEL ET LIMITES

Potentiel

Ce projet a démontré que les micro-bioessais Thamnotoxkit F^{MD} et le Daphtoxkit F^{MD} donnent des résultats comparables à ceux obtenus avec l'essai conventionnel sur *Daphnia magna*. En raison de leur facilité et rapidité d'exécution et de la similitude des résultats obtenus, ils pourraient être utilisés par le personnel de l'usine pour évaluer la toxicité des effluents provenant des diverses opérations.

Limites

Deux contraintes ont été identifiées relativement à l'utilisation de micro-bioessais dans un programme EIT. Premièrement, le pH des échantillons n'a pu être ajusté au cours des tests en raison du petit volume d'échantillon. Or, les traitements appliqués à un échantillon peuvent modifier le pouvoir tampon de l'effluent, d'où la nécessité d'ajuster le pH en cours d'essai. D'autre part, la présence de matières en suspension semblait entraver le mouvement des organismes d'essai. On ne peut cependant affirmer que cela a pu être une cause de mortalité.

INFORMATIONS

Cette fiche a été rédigée à partir des résultats obtenus lors du projet de développement et de démonstration technologique conduit par BEAK International Inc., La Compagnie J. Ford Ltée et BioInternational Inc. Le projet a bénéficié d'une assistance technique et financière d'Environnement Canada et de Développement économique Canada (Québec).

Pour plus d'information, s'adresser à :

Environnement Canada
Éco-innovation technologique

Jean-René Michaud, ing., M.Sc.A.
Tél. : (514) 496-6851
Courrier électronique :
jean-rene.michaud@ec.gc.ca

BEAK International Inc.

Julie Schroeder
Tél. : 1-800-361-BEAK
poste 2325
Courrier électronique :
jschroeder@beak.com

La Compagnie J. Ford Ltée

Roger Bouliane
Tél. : (418) 286-3361
Courrier électronique :
jfordsec@globetrotter.net

BioInternational Inc.

Martin Sukkel
Tél. : 011-314-755-081-03
Courrier électronique :
msukkel@wxs.nl

POTENTIEL ET LIMITES

INFORMATIONS

TECHNOLOGIES Saint-Laurent

Les fiches d'information Technologies Saint-Laurent sont destinées aux entreprises, industries, organismes et personnes qui s'intéressent aux nouvelles technologies environnementales. Elles sont produites par la Section Éco-innovation technologique, Environnement Canada, dans le cadre de Saint-Laurent Vision 2000. Elles servent à diffuser les résultats obtenus lors des projets de développement et de démonstration technologiques réalisés dans les cinq secteurs suivants : eaux usées industrielles, sols contaminés, déchets dangereux, sédiments contaminés et outil novateur.

Vous pouvez obtenir les fiches en vous adressant à :
Environnement Canada
Section Éco-innovation technologique
105, rue McGill, 4e étage
Montréal (Québec) H2Y 2E7
Tél. : (514) 496-6851
1-800-463-4311

Publications disponibles sur La Voie verte :
http://www.qc.ec.gc.ca/protect/francais/eco_innovation/eco_pub_technologies.htm

Production :
Suzie Thibodeau

Rédaction :
Chantale Côté
Mélanie Douville
Jean-René Michaud

Traduction :
Patricia Potvin

Révision du texte :
Monique Simond

Mise en page et correction d'épreuve :
Christine LePage
Suzie Thibodeau

Impression :
Image Créative inc.

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 1999
N° de cat. : En 1-17/41-1999F
ISSN : 1188-7990
ISBN : 0-662-83467-4

Octobre 1999

Also available in English under the title :
Evaluation of micro-scale bioassays as toxicity monitoring and identification tools for pulp and paper effluent

Canada